

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-284279

(43)Date of publication of application : 15.10.1999

(51)Int.Cl.

H01S 3/18

H01L 21/203

(21)Application number : 10-083084

(71)Applicant : SHARP CORP

(22)Date of filing : 30.03.1998

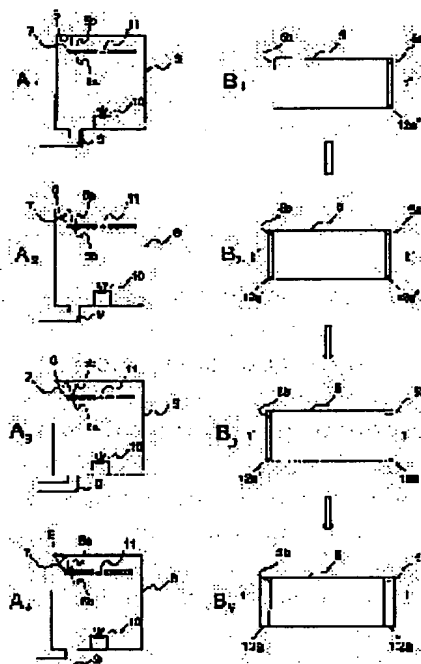
(72)Inventor : OSHIMA NOBORU

## (54) MANUFACTURE OF SEMICONDUCTOR LASER ELEMENT

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To reduce exposure of an end surface being liable to deterioration as little as possible, by forming an end surface protecting film not at the same time but gradually by using film forming equipment which can form only one end surface protecting film in a first process.

**SOLUTION:** A jig 6 for fixing a laser bar is so set on a holder 7 that a light outputting end surface 5a of the laser bar face a vapor depositing source 10. A chamber 8 of a vapor depositing apparatus is vacuumized via a duct 9, vapor depositing material is evaporated from the vapor depositing source 10 when specified vacuum is obtained, and film formation is started. A protective film 12a' having a thickness ( $t'$ ) less than a specified value is formed on the light outputting end surface 5a and, continuously, a protective film 12a' having a thickness ( $t'$ ) is formed on a light outputting end surface 5b. The holder 7 is turned over again, additional film formation is performed on the protective film 12a' of the light outputting end surface 5a, and a protective film 12a having a specified thickness ( $t$ ) is formed. As a result, additional film formation is performed on the protective film 12a' of the light outputting end surface 5a of the other side, and an end surface protective film having a specified thickness is gradually formed, so that only one side end surface is not exposed for a long time, and reliability of a laser is increased.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

26.01.2001

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-284279

(43) 公開日 平成11年(1999)10月15日

(51) Int.Cl.<sup>8</sup>

識別記号

F I

H 0 1 S 3/18

H 0 1 S 3/18

H 0 1 L 21/203

H 0 1 L 21/203

Z

審査請求 未請求 請求項の数3 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号

特願平10-83084

(22) 出願日

平成10年(1998) 3 月30日

(71) 出願人 000005049

シャープ株式会社

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号

(72) 発明者 大島 昇

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ

ャープ株式会社内

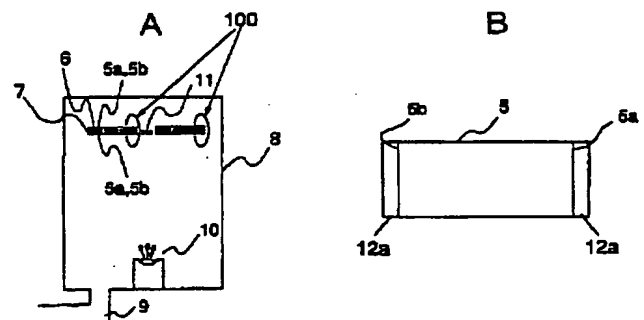
(74) 代理人 弁理士 小池 隆彌

(54) 【発明の名称】 半導体レーザ素子の製造方法

(57) 【要約】

【課題】 半導体レーザ両端面の酸化等によるダメージを抑制し、レーザ素子の信頼性を向上させる。

【解決手段】 ウェハを劈開することにより、レーザバーを形成する工程と、レーザバーの一方の劈開端面に保護膜を形成する第1工程と、レーザバーの他方の劈開端面に保護膜を形成する第2工程と、を少なくとも有し、前記第1工程と、前記第2工程とを、順次繰り返すことにより、所定の厚さの保護膜を得てなる。



(2)

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 ウェハを劈開することにより、レーザバーを形成する工程と、  
レーザバーの一方の劈開端面に保護膜を形成する第1工程と、

レーザバーの他方の劈開端面に保護膜を形成する第2工程と、を少なくとも有し、

前記第1工程と、前記第2工程とを、順次繰り返すことにより、所定の厚さの保護膜を得てなることを特徴とする半導体レーザ素子の製造方法。

【請求項2】 前記第1工程は2回繰り返され、前記第2工程は前記第1工程の間に1回行われてなることを特徴とする請求項1に記載の半導体レーザ素子の製造方法。

【請求項3】 前記第1工程と前記第2工程とが連続的に繰り返されることを特徴とする請求項1に記載の半導体レーザ素子の製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、半導体レーザチップの端面に所定の反射率を有する保護膜を形成する際に用いられる成膜方法に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】図5に示すように半導体レーザの多くはGaAsレーザチップ5の光出射端面5a、5bに等しい反射率を有する保護膜12aを設けて構成されている。保護膜12aが $Al_2O_3$ で構成されている場合、一例としてこの $Al_2O_3$ 膜の屈折率(n)を $n=1.60$ 、レーザチップ5の屈折率を $n=3.50$ として計算すると、保護膜12aの膜厚を変化させることによって、図6に示すように保護膜12aの反射率が変化する。(図6はレーザ発振波長 $7800\text{\AA}$ での計算結果を示している。)これに対して、光出力 $20\text{mW}$ 以上の高出力レーザの場合、図7に示すように、一般的には主出射面側からの光出力Pfを高くするため、主出射面側5aを低反射、後面側5bを高反射となるよう設計している。この場合、主出射面側5aの $Al_2O_3$ 保護膜12aの反射率は約15%以下の低反射に設定され、この反射率に対応する膜厚は約 $700\sim 1700\text{\AA}$ となる。また、後面側5bの保護膜13は、第1層及び第3層13aの厚さ $\lambda/4$ ( $\lambda$ :波長)に相当する $Al_2O_3$ 膜と第2層及び第4層13bの厚さ $\lambda/4$ に相当するアモルファスSiとの交互積層により構成されており、最後の第5層13cは厚さ $\lambda/4$ に相当する $Al_2O_3$ 膜である。また、その反射率は約85%以上の高反射率となっている。

【0003】次に半導体レーザチップの光出射端面に上述したような反射率を有する保護膜を形成する場合の方法について以下に述べる。

【0004】まず、図8に示すように、半導体レーザウ

エハ1の電極2と、電極2の間へ発光部(チャンネル)3と直交方向に劈開線を好くライブにより形成した後、図9に示すようにウェハ1を劈開によってレーザバー(バー状態のレーザチップ)5の状態にする。次に、図10に示すようにレーザバー5を、レーザバー固定装置6へ積層する。この時、すべてのレーザバーにおいて、レーザチップ(バー)の主出射面側5a及び後面側出射面5bが同じ向きとなるようにセットする。次にレーザバー固定装置6に固定されたレーザバー5の光出射端面に所定の反射率を有する保護膜の形成を行うが、この場合、一般的には図11に示したような真空蒸着装置が用いられる。

【0005】この真空蒸着装置はチャンバ8内に蒸着源10と先に述べたレーザバー固定装置6を保持するたものホルダ7と蒸着膜厚モニタ用の水晶振動子11を備えている。

【0006】以下に、図11、図12を用いて成膜の手順を説明する。レーザチップの両端面5a、5bに保護膜を蒸着する場合、まず、ダクト9を通してチャンバ8内を真空にする。そして所定の真空度に達した後、蒸着源10より蒸着材料を蒸発させてレーザの光出射端面5aに保護膜12aを蒸着する。蒸着完了後、引き続きホルダ7を $180^\circ$ 回転させ、レーザのもう一方の光出射端面5bに保護膜12aを蒸着する。なお、蒸着は水晶振動子11にて膜厚をモニタしながら行い、所定の膜厚に達した時点で蒸着を停止する。また、高出力タイプのレーザの場合では、先に述べた手順とまったく同様、図13に示す通り、前面(主出射面)側の低反射保護膜12aを成膜した後、引き続き後面側の高反射保護膜13の成膜を行う。

## 【0007】

【発明が解決しようとする課題】前述した通り、レーザチップの端面保護膜を形成する場合、成膜材料が蒸着されるまでの間、端面は露出したまま蒸着機の成膜室内で加熱されることになる。真空度の高い条件下にあるとはいえ、時間の経過と共に、端面は徐々に酸化等により劣化し、レーザ素子としての信頼性は低下してしまう。特に高出力レーザの場合、レーザ発振時の光出力は、一般的な低出力レーザの光出力に比べて約5~20倍程度にもなるため、光出射端面をなるべく早急に保護して酸化等による劣化から守る必要がある。

## 【0008】

【課題を解決するための手段】本願発明は、一工程では、一端面保護膜しか形成できない成膜装置を用いて、端面保護膜を一度に形成せず、少しずつ形成することにより、劣化しやすい端面をできる限り露出しないことを目的とするものである。

【0009】この発明(請求項1)に係る半導体レーザ素子の製造方法は、ウェハを劈開することにより、レーザバーを形成する工程と、レーザバーの一方の劈開端面

(3)

に保護膜を形成する第1工程と、レーザバーの他方の劈開端面に保護膜を形成する第2工程と、を少なくとも有し、前記第1工程と、前記第2工程とを、順次繰り返すことにより、所定の厚さの保護膜を得てなることによって、上記目的を達成する。

【0010】劈開によりウェハから分割形成したバー状態の半導体レーザチップをバー固定用の治具に積層した後、半導体レーザチップの劈開端面からなる光出射端面に所定の反射率を有する保護膜を形成する際、両光出射端面に所定の膜厚よりも薄い保護膜を交互に成膜し、最終的に両光出射端面に所定の膜厚まで成膜を行うことにより、劣化しやすい端面の露出時間を少なくすることが可能になる。

【0011】この発明（請求項2）に係る半導体レーザ素子の製造方法は、前記第1工程は2回繰り返され、前記第2工程は前記第1工程の間に1回行われてなることによって、上記目的を達成する。

【0012】ここで、まず、片方の光出射端面に所定の膜厚よりも薄い保護膜を形成した後、もう一方の光出射端面に所定の膜厚まで成膜を行い、引き続き、先に成膜を行った光出射端面に所定の膜厚まで成膜を行うものである。

【0013】これによって、劣化しやすい端面の露出時間を少なくすることをより最適に達成することが可能になる。

【0014】この発明（請求項3）に係る半導体レーザ素子の製造方法は、前記第1工程と前記第2工程とが連続的に繰り返されることを特徴とすることによって、上記課題を解決する。

【0015】レーザバー固定用の治具を成膜の間、所定の速度で常時回転させ、両光出射端面に所定の膜厚まで、成膜を行うものである。

【0016】これによって、さらに短時間にて、両光出射端面を酸化等による劣化から保護することが可能になる。

【0017】上述した請求項1乃至3のいずれかの半導体レーザ素子の製造方法において、両方の光出射端面に所定の膜厚の保護膜を形成した後、一方の光出射端面にのみ引き続き多層成膜を行い、非対称な反射率を有する保護膜を形成してもよい。本発明によれば、レーザ素子の光出射端面の露出時間をより短くすることが可能になり、酸化等による端面劣化を抑えることが可能になる。

【0018】

【発明の実施の形態】本発明の半導体レーザ素子の製造方法を、実施例に基づいて説明する。

【0019】図1は第1の実施例を示している。図1中、A1～A4は工程を追って蒸着機内を模式的に示したものであり、B1～B4は工程を追ってレーザバーへの蒸着の状態を示している。

【0020】まず、図1A1に示すように、レーザバーを積層したレーザバー固定用治具6を、レーザバー（レーザチップ）の光出射端面5aが蒸着源10へ向くように、蒸着機内のホルダ7へセットする。次に蒸着機のチャンバ8をダクト9を通して排気する。所定の真空度に達した時、蒸着源10より蒸着材料を蒸発させ、成膜を開始する。図1B1に示すように、光出射端面5aに所定の膜厚より薄い厚さ $t'$ の保護膜12a'を成膜する。

【0021】引き続き、図1A2、B2に示すように、ホルダ7を180°反転させてもう一方の光出射端面5bへも同じように所定の膜厚より薄い厚さ $t'$ の保護膜12a'を成膜させる。この後再びホルダ7を180°反転させて、図1A3、B3に示すように、光出射端面5aの保護膜12a'の上へ追加成膜を行い、所定の厚さ $t$ の保護膜12aを成膜する。

【0022】次に再び成膜ホルダ7を180°反転させて、図1A4、B4に示すように、もう一方の光出射端面5aの保護膜12a'の上へ追加成膜を行い、所定の厚さ $t$ の保護膜12aを成膜する。

【0023】このように、端面保護膜を小刻みに少しずつ成膜することにより、一方の端面のみが長時間露出されることがなくなり、レーザの信頼性が向上する。

【0024】第2の実施例を図2に示す。

【0025】まず、図2A1に示すように、レーザバーを積層したレーザバー固定用治具6をレーザバー（レーザチップ）の光出射端面5aが蒸着源10へ向くように、蒸着機内のホルダ7へセットする。

【0026】次に、蒸着機のチャンバ8をダクト9を通して排気する。所定の真空度に達した後、蒸着源10より蒸着材料を蒸着させ、図2B1に示すように、光出射端面5aに所定の膜厚より薄い厚さ $t'$ の保護膜12a'を成膜する。引き続き図2A2B2に示すように、ホルダ7を180°反転させて、もう一方の光出射端面5bへは所定の膜厚 $t$ の保護膜12aを成膜させる。この後、再びホルダ7を180°反転させて、図2A3B3に示すように、光出射端面5aの保護膜12a'の上へ追加成膜を行い、所定の厚さ $t$ の保護膜を成膜する。

【0027】第3の実施例を図3に示す。

【0028】まず、図3Aに示すように、レーザバーを積層したレーザバー固定用治具6を、レーザバー（レーザチップ）の光出射端面5a又は5bが蒸着源10に向くように、蒸着機内のホルダ7へセットする。

【0029】次に、蒸着機のチャンバ8をダクト9を通して排気する。所定の真空度に達したとき、蒸着源10より蒸着材料を蒸発させ、成膜を開始するが、この時レーザバー固定用治具をセットしているホルダ7の回転100も同時に開始する。

【0030】この回転は蒸着開始から終了までの間、常

(4)

に任意の速度で行われる。即ち、蒸着が行われている間、ある間隔でレーザの両光出射端面5a、5bが交互に蒸着源10側へ向くことになる。

【0031】このように回転させることにより、図3Bに示すとおり両光出射端面5a、5bを保護膜12aによって、ほぼ同時に保護することが可能になる。

【0032】ここで、本発明の膜厚制御方法について説明する。保護膜12aの所望膜厚を $t$ 、装置設定する膜厚を $T$ 、蒸着係数を $\alpha$ とすると、本発明による手法では、原理的に $\alpha=2$ であるため、

$$T = t \times \alpha = t \times 2$$

となる。しかしながら、回転のため成膜に寄与しない時間もあるため、回転速度により実際には $\alpha$ は2を超えた値を取ることが望ましい。例えば $t = 2200 \text{ \AA}$ 、 $\alpha = 3.0$ の場合、 $T$ は

$$T = 2200 \text{ \AA} \times 3.0 = 6600 \text{ \AA}$$

となる。即ち、この場合には、水晶振動子11にてモニタしている膜厚が6600 $\text{\AA}$ となった時点で蒸着を終了させればよい。

【0033】第4の実施例を図4に示す。

【0034】本実施例は先に述べた高出力タイプ（非対称反射率）のレーザチップへ保護膜を形成する場合に用いられるものである。図4A1、B1に示す通り、まず両光出射端面5a、5bの保護膜12aを上記第1、第2、又は第3の実施例で述べたいずれかの方法で形成する。

【0035】次に、この両端面の保護膜12aの蒸着が完了すると同時に、図4A2に示す通り、レーザチップの後面側光出射端面5bが蒸着源10側へ向くようにする。これにより、図4B2のごとく、後面側第2、4層のアモルファスSi膜13b、及び第3、5層の $\text{Al}_2\text{O}_3$ 膜13a、13cを蒸着により形成する。

【0036】この時、後面側の第2層以降の蒸着は、蒸着機内のホルダ7の反転又は回転が停止した状態で行われる。

【0037】

【発明の効果】本発明によって、より短時間で半導体チップの両光出射端面に保護膜を形成することが可能になるため、酸化等によるレーザチップの端面劣化を抑えることが可能となり、レーザ素子の信頼性が大きく向上する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施例を説明するための図である。

【図2】本発明の第2の実施例を説明するための図である。

【図3】本発明の第3の実施例を説明するための図である。

【図4】本発明の第4の実施例を説明するための図である。

【図5】従来例を示す図である。

【図6】従来例を示す図である。

【図7】従来例を示す図である。

【図8】従来例を示す図である。

【図9】従来例を示す図である。

【図10】従来例を示す図である。

【図11】従来例を示す図である。

【図12】従来例を示す図である。

【図13】従来例を示す図である。

【符号の説明】

5 レーザバー

5a、5b 光出射端面

6 レーザバー固定用治具

7 ホルダ

8 チャンバ

9 ダクト

10 蒸着源

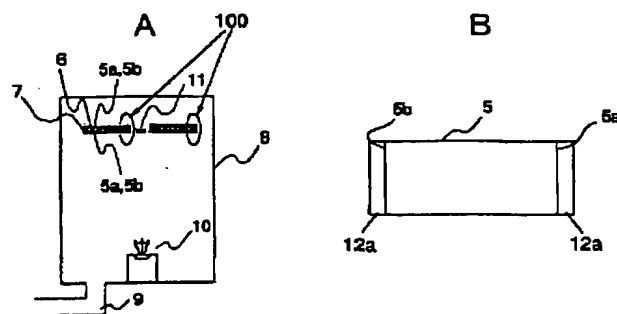
11 水晶振動子

12a、12a'、12b、12b' 保護膜

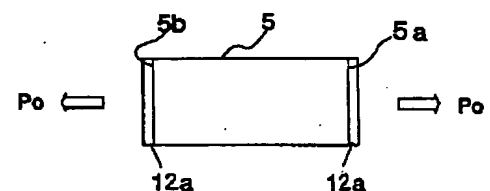
13a、13c  $\text{Al}_2\text{O}_3$ 膜

13b アモルファスSi膜

【図3】



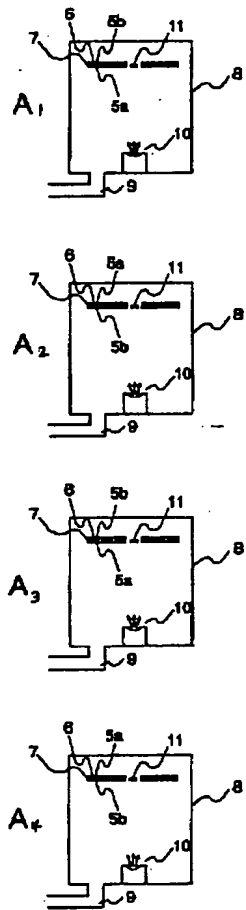
【図5】



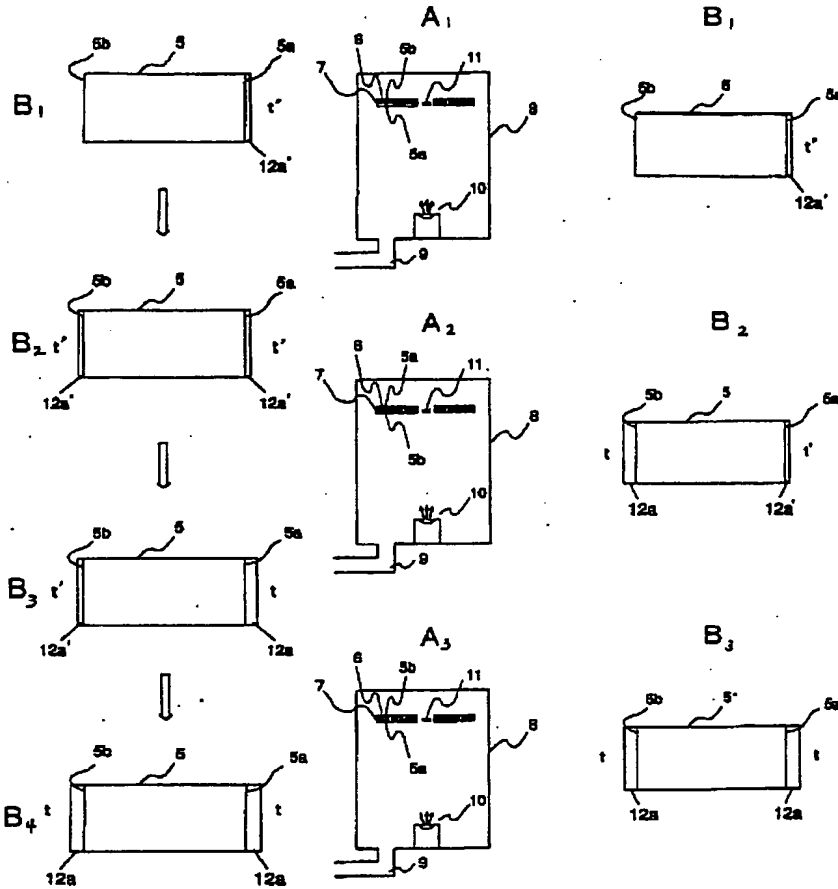


(5)

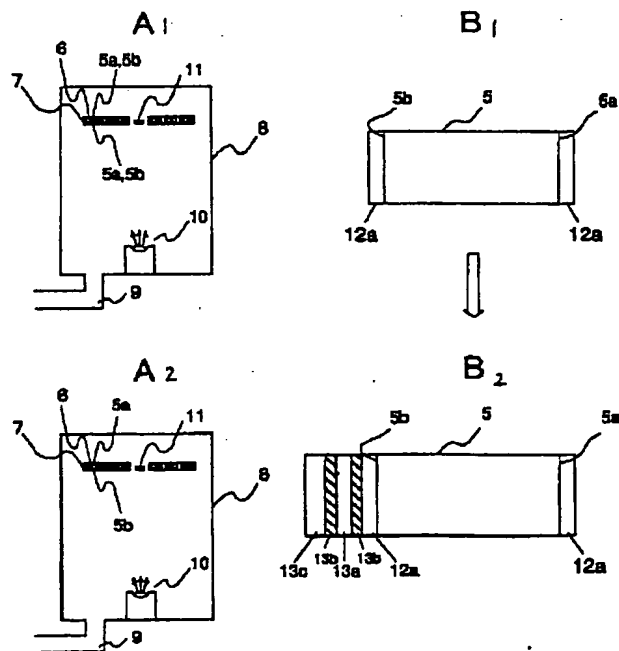
【図1】



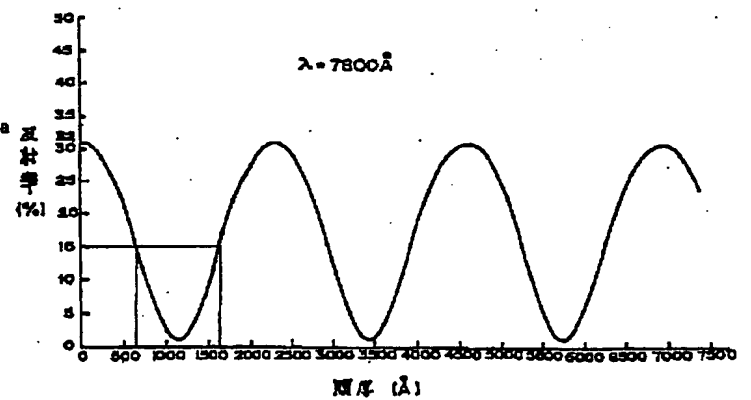
【図2】



【図4】

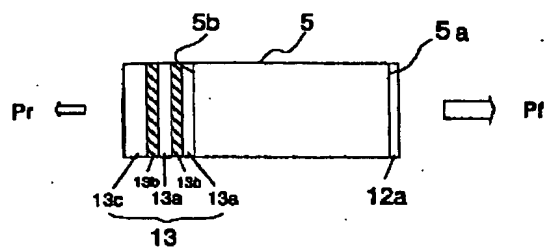


【図6】

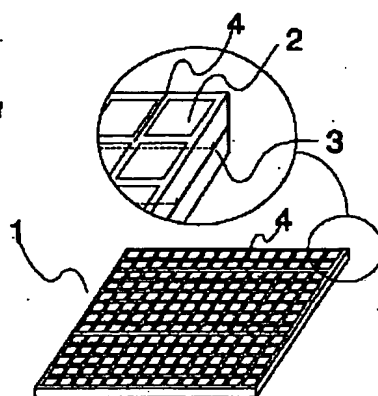


(6)

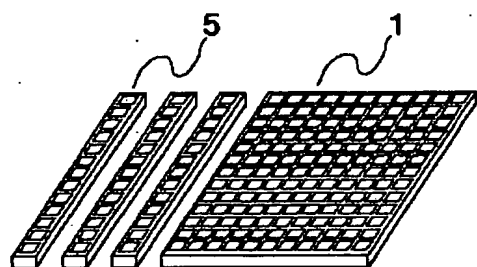
【図7】



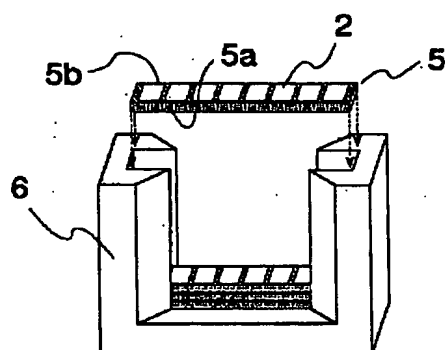
【図8】



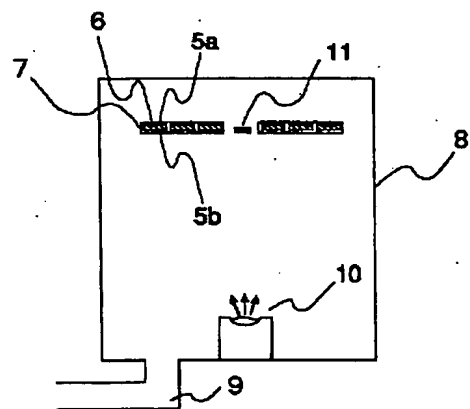
【図9】



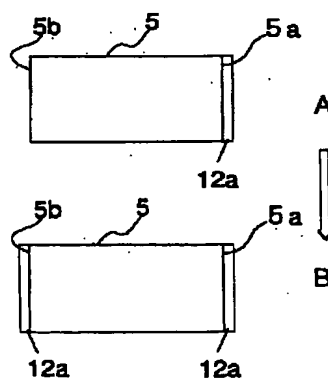
【図10】



【図11】



【図12】



【図13】

